

|                             |                                     |               |            |           |            |                   |                                      |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------------------------|
| Sborník<br>geologických věd | Hydrogeologie,<br>inž. geologie, 21 | Str.<br>55–62 | 13<br>obr. | –<br>tab. | –<br>přil. | ČGÚ<br>Praha 2001 | ISBN 80-7075-520-2<br>ISSN 0036-5289 |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------------------------|

# Bilance podzemních vod jako nástroj vodohospodářského plánování

## Groundwater balance as tool of the water management planning

HANA PRCHALOVÁ – MIROSLAV OLMER

Předloženo 16. prosince 1999

*Key words: Groundwater balance, Planning*

PRCHALOVÁ, H. - OLMER, M. (2001): Bilance podzemních vod jako nástroj vodohospodářského plánování. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 21, 55–62. Praha.

**Abstrakt:** Bilance podzemních vod byla od roku 1979 součástí státní vodohospodářské bilance formou porovnávání tzv. využitelných zásob s uskutečněnými odběry konkrétního roku. Způsob výpočtu využitelných zásob nerespektoval časovou variabilitu zdrojů podzemních vod a výsledek tedy nepředstavoval aktuální bilanční stav. Od roku 1994 se v metodice vodohospodářské bilance přešlo k postupnému hodnocení základních odtoků, které lze z hydrogeologického hlediska ve víceletém průměru ztotožnit s přírodními zdroji podzemní vody a jejich režim pokládat za identický nebo alespoň velmi podobný.

Současný způsob zpracování vodohospodářské bilance se dále vyvíjí tak, aby byl využitelný při požadovaném hodnocení stavu podzemních vod, které vyžaduje Evropská unie.

*Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Podbabská 30, 160 62 Praha 6*

## ÚVOD

Vodohospodářská bilance je **porovnání požadavků na vodu se zdroji vody v uvažovaném místě a čase** (definice podle návrhu ČSN 75 0101, srpen 1997). Podává tedy obraz o stavu zdrojů vody a stupni jejich využití a tvoří tak základní podklad pro vodohospodářské plánování a hospodaření s vodou.

Zatímco bilance povrchových vod byla již součástí 1. směrného vodohospodářského plánu (SVP), u podzemních vod se k bilancování přistoupilo až počátkem 70. let v rámci trvalých činností 2. SVP. Důvodem pro to byly jednak rostoucí potřeby vody, zejména pro veřejné zásobení, jednak postupné získávání poznatků o zdrojích, a to především z výsledků regionálního hydrogeologického průzkumu. Vodohospodářská bilance byla vodním zákonem č. 138/1973 Sb. zařazena do soustavy vodohospodářského plánování. V oboru podzemních vod bylo prakticky započato její pravidelné sestavování od roku 1979, po počáteční metodické a ověřovací fázi a zavedení systému evidence odběrů podle vyhlášky č. 63/1975 Sb.

Bilance podzemních vod vycházela ve zdrojové části z principů, které podle úrovně poznatků v té době nerespektovaly dostatečně časovou variabilitu a navíc ani časovou homogenitu mezi údaji o zdrojích a odběrech. Tyto skutečnosti se pak projeví již v polovině osmdesátých let, kdy v hydrologicky nepříznivém období docházelo k principiálně zkresleným výsledkům bilančního hodnocení.

Nové principy bilance podzemních vod se snaží vystihnout variabilitu přírodních zdrojů podzemní vody a důsledně odlišují získané dlouhodobé hodnoty od hod-

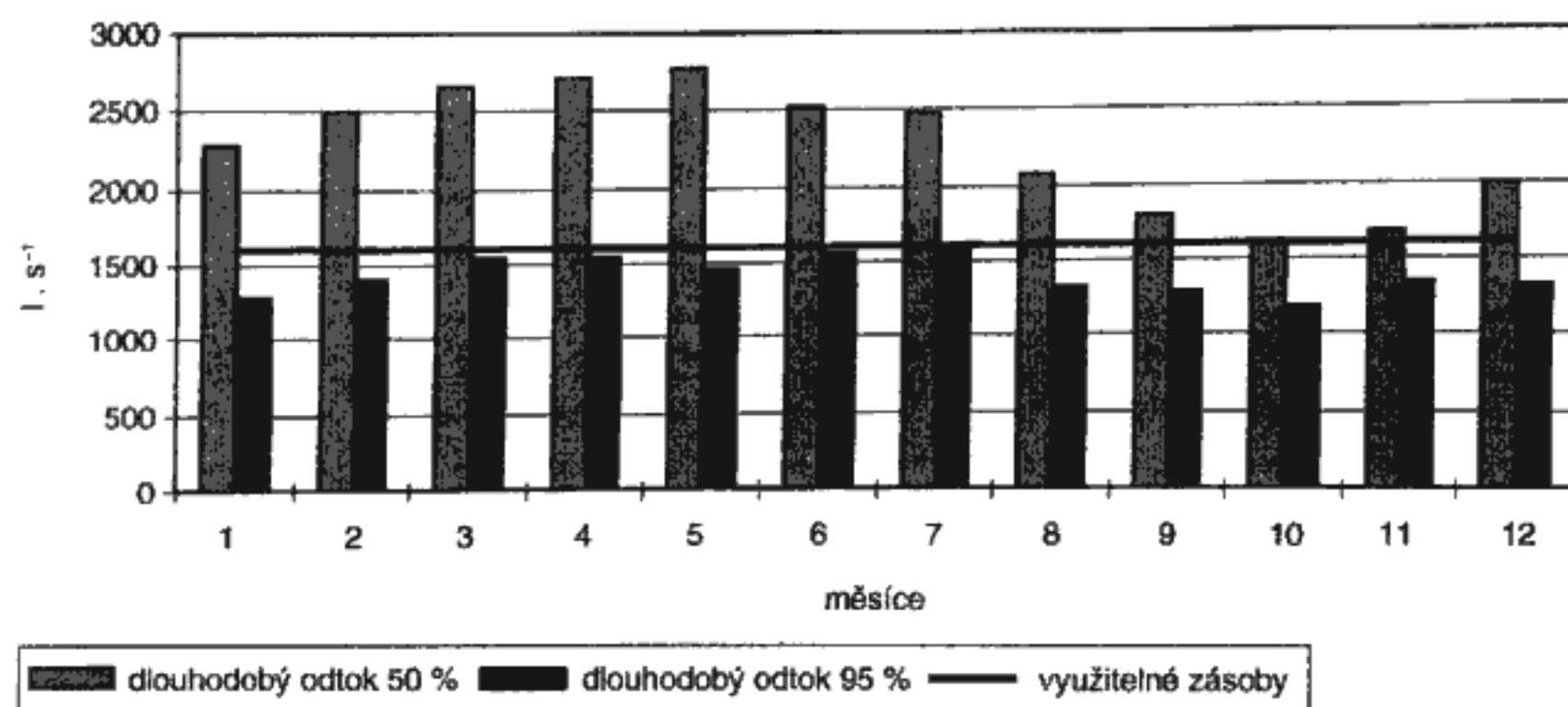
not ročních. Zavedení tohoto postupu umožnil pokrok v hydrologii podzemních vod a hydrogeologickém ražování.

## Využitelné zásoby

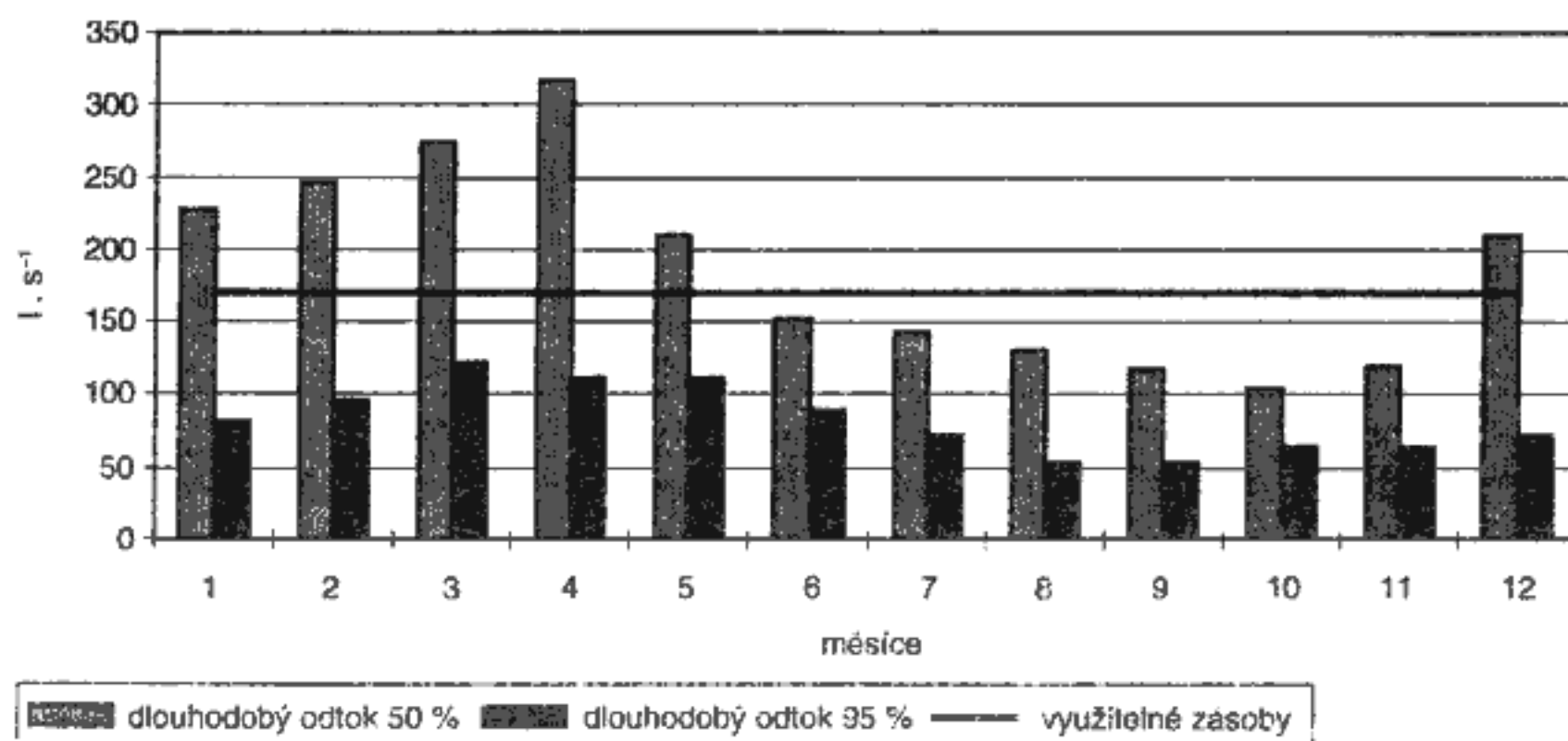
S postupem regionálního hydrogeologického průzkumu se prohlubovaly metody vyhodnocování výsledků vrtných prací a režimních sledování tak, aby byly získány pokud možno věrohodné informace o využitelném množství podzemní vody v jednotlivých strukturách. V polovině šedesátých let se projevuje v rámci tehdejší RVHP snaha o sjednocení dokumentace, oceňování a klasifikace podzemních vod, která přinesla zřízení odborné subkomise jako součásti Komise pro klasifikaci zásob ložisek nerostných surovin (KKZ). Principy této komise byly do značné míry určující i pro obor podzemních vod (Směrnice pro oceňování a Zásady pro předkládání zpráv: 1964, 1965, 1979).

Systém oceňování umožnil zavedení základního přehledu o stavu prozkoumanosti a zásob podzemních vod. Aplikace principů oceňování ložisek nerostných surovin a nedostatečné znalosti a zkušenosti s režimem podzemních vod měly za následek, že hodnoty uváděné jako **využitelné zásoby** představovaly různorodý soubor výsledků. Tyto hodnoty byly stanovovány obvykle s různou zabezpečeností i jako průměry z nejednotného, někdy nedefinovaného delšího období a nemohly vystihovat dlouhodobou variabilitu ani sezónní změny přirozeného režimu podzemní vody.

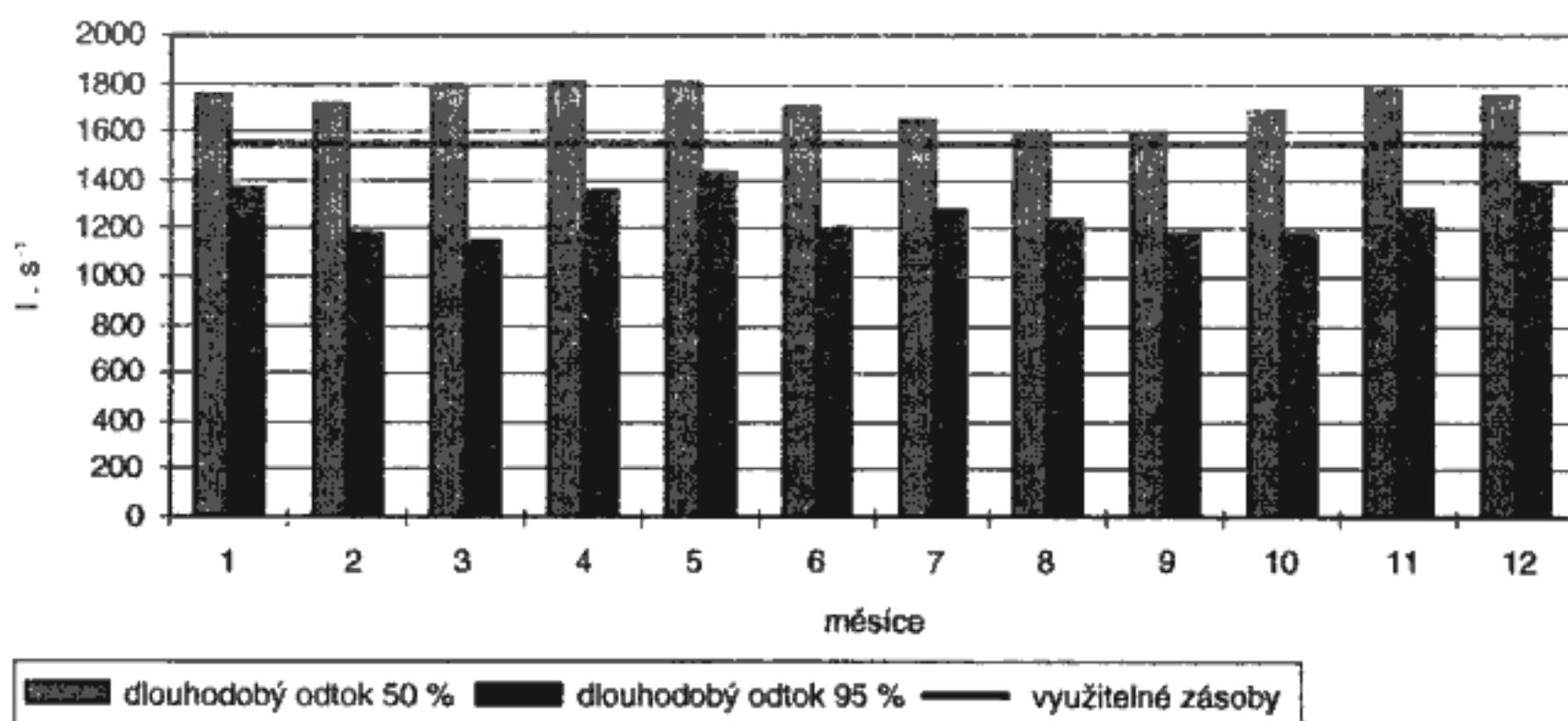
Na příkladech rajonů 427 Vysokomýtská synklinála, 432 + 433 Dlouhá mez a 452 Křída pravostranných



1. Využitelné zásoby (KKZ) v rajonu 427 Vysokomýtská synklinála.



2. Využitelné zásoby (KKZ) v rajonu 432 + 433 Dlouhá mez.



3. Využitelné zásoby (KKZ) v rajonu 452 Křída pravostranných přítoků Labe.

přítoků Labe je patrná disproporce mezi hodnotami využitelných zásob a základního odtoku (1971–1990).

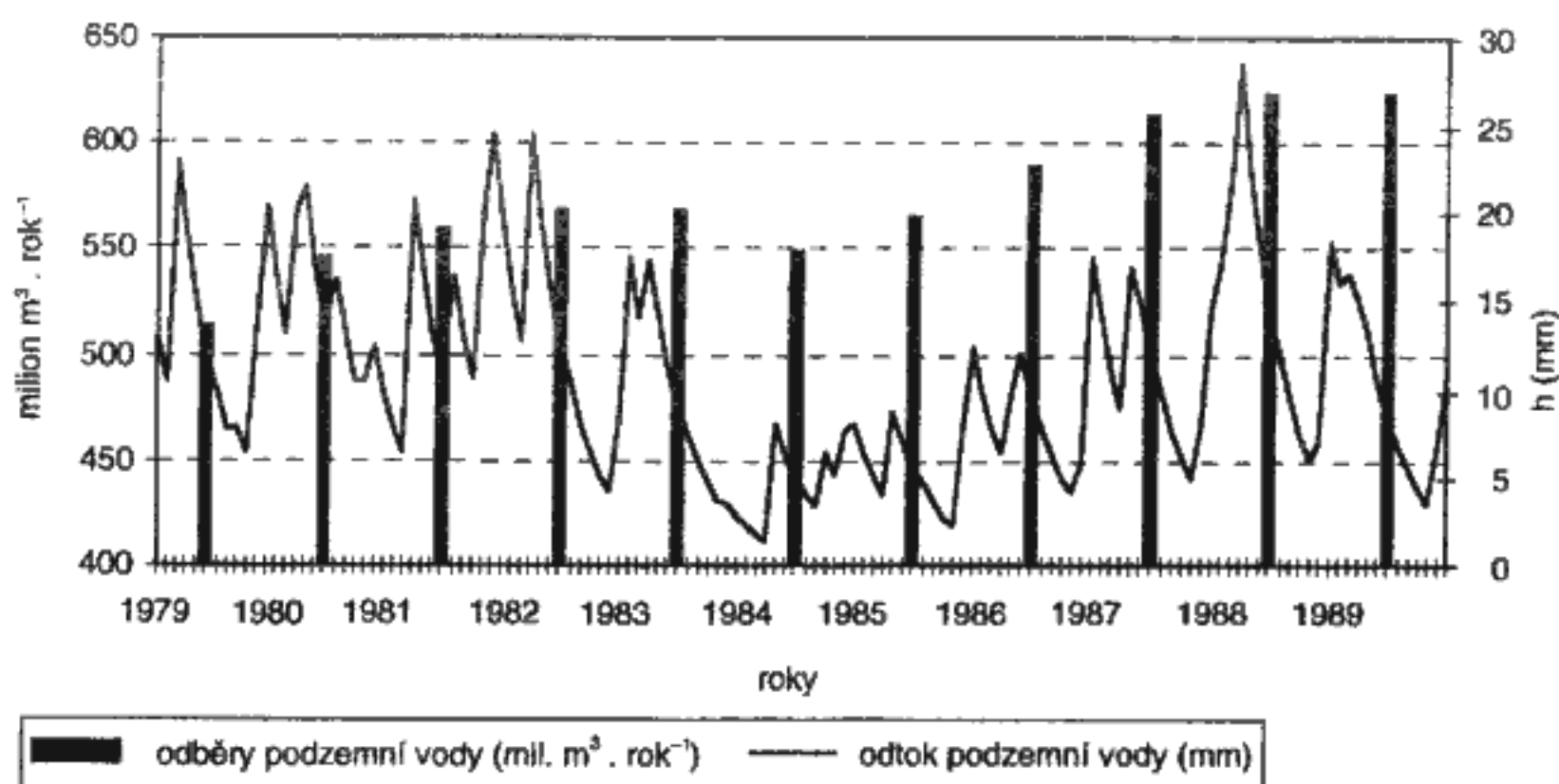
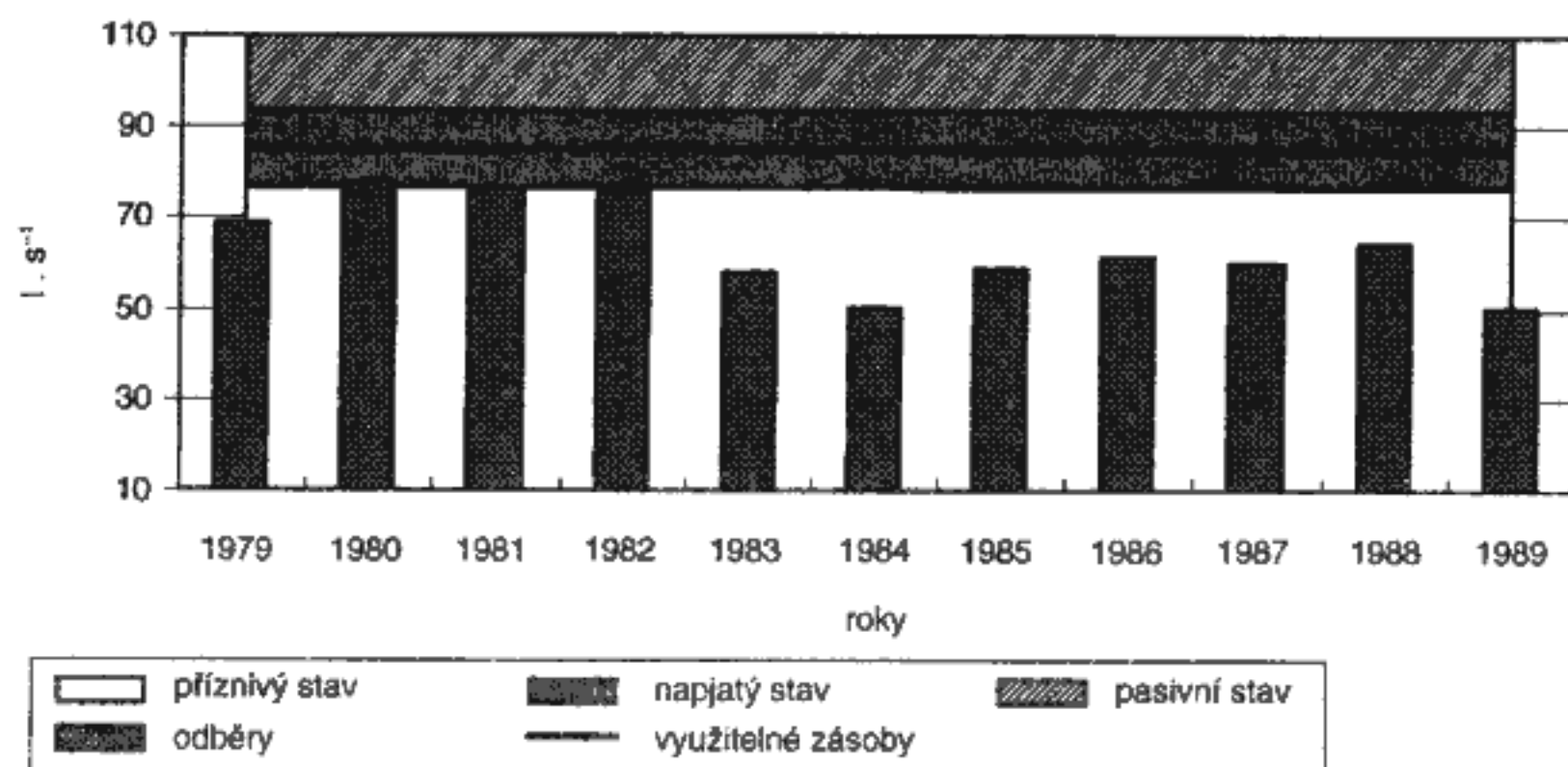
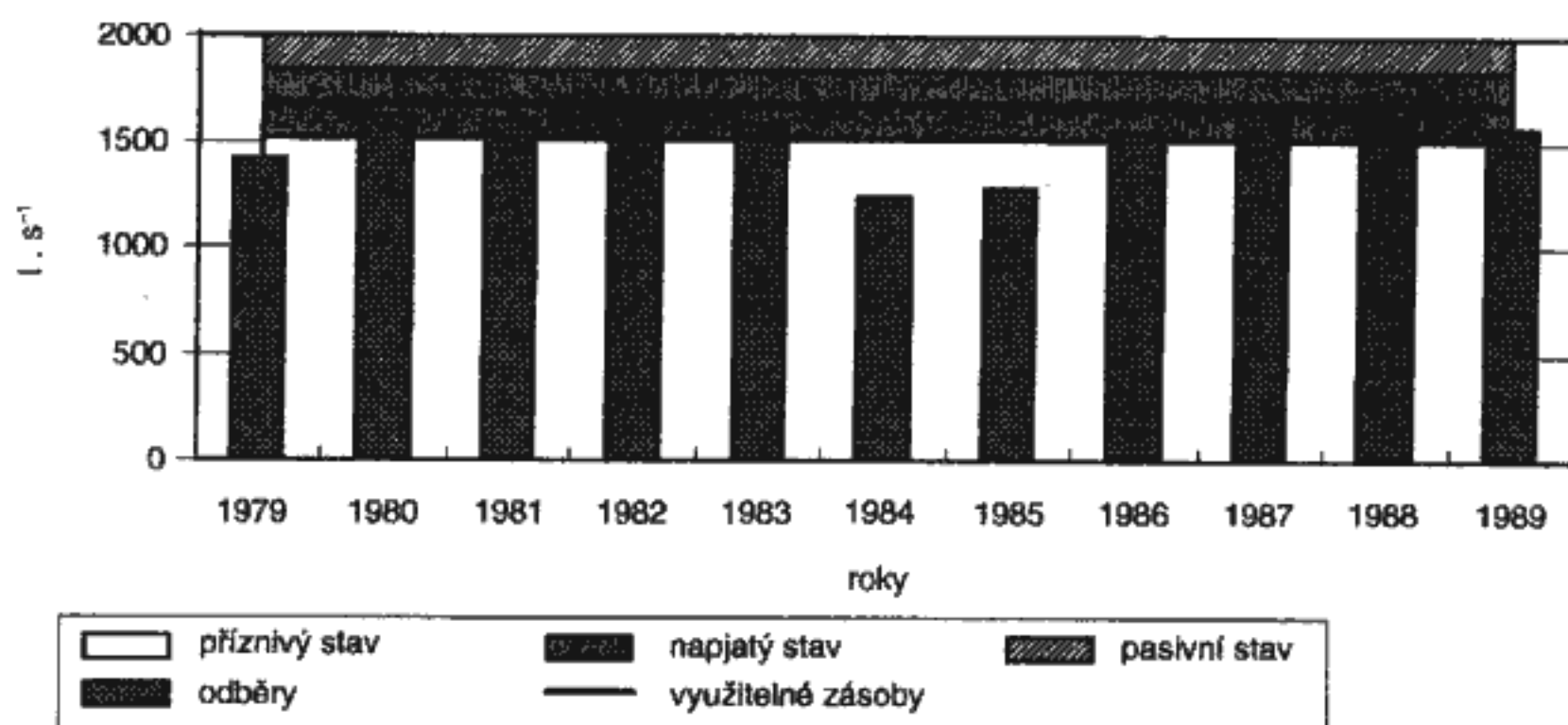
### Bilance podle závazných metodických zásad z roku 1978

Bilance podzemních vod byla sestavována jako součást státní vodohospodářské bilance od roku 1979 každoročně podle závazných zásad (Věstník MLVH ČSR částka 20 z 1. 12. 1978). Provádělo se porovnání ročních

hodnot odběrů s využitelnými zásobami podzemní vody v hydrogeologických rajonech. Bilanční stav byl dán podílem obou hodnot:

|               |         |         |           |
|---------------|---------|---------|-----------|
| zásoby/odběry | < 0,9   | 0,9–1,1 | > 1,1     |
| bilanční stav | pasivní | napjatý | příznivý. |

Zdrojovou část bilance představovaly využitelné zásoby stanovené jako určitý podíl z přírodních zdrojů ve smyslu Zásad KKZ a schválené jejím protokolem. Do bilance byly zavedeny konstantní hodnotou, pokud nedošlo k revizi výpočtu. Tato hodnota je svou podstatou dlouhodobá, i když její variabilita není nijak vyjádřena



(viz obr. 1–3). Jejím porovnáním s roční hodnotou odběrů docházelo k časovému zkreslení, a výsledek tedy nepředstavoval aktuální bilanční stav v konkrétním roce.

Nedostatky uvedeného systému bilancování se projeví již v polovině osmdesátých let, kdy ve skutečnosti vlivem hydrologicky méně příznivé situace došlo k omezení odběrů. Jejich porovnání s „dlouhodobě průměrnou“ velikostí využitelných zásob však vedlo absurdně ke zlepšení bilančního stavu vyjádřeného uvedeným vztahem. Tuto skutečnost demonstruje příklad rajonů 423 Ústecká synklinála a 432 Dlouhá mez i vzájemné

porovnání průběhů celkového úhrnu odběrů a odtoku podzemní vody v povodí Labe v profilu Děčín.

### Podzemní složka odtoku

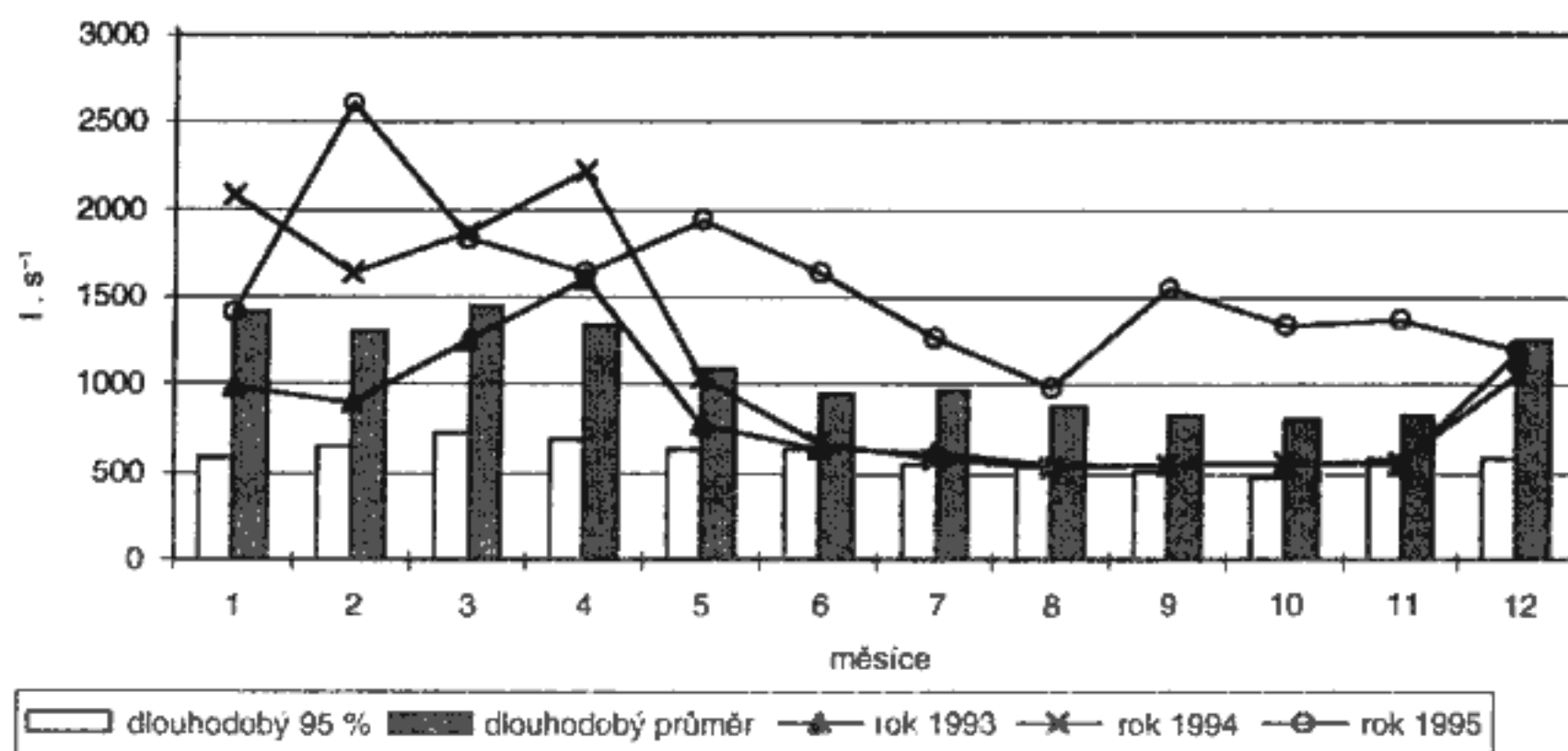
Rostoucí zájem o vodárenské využití podzemních vod v regionálním měřítku a zároveň docenění významu podzemní složky na tvorbě celkového odtoku z povodí se projeví ve vývoji jejich hodnocení. Poznatky ze soustavného hydrogeologického průzkumu a aplikace

některých postupů z hydrologie povrchových vod vyústily k postupnému zpracování **základních odtoků**. Protože jde o hydrologické veličiny, mohou u nich být statisticky charakterizovány variabilita a zabezpečenosť z hlediska jejich dlouhodobého režimu i sezónních kolísání.

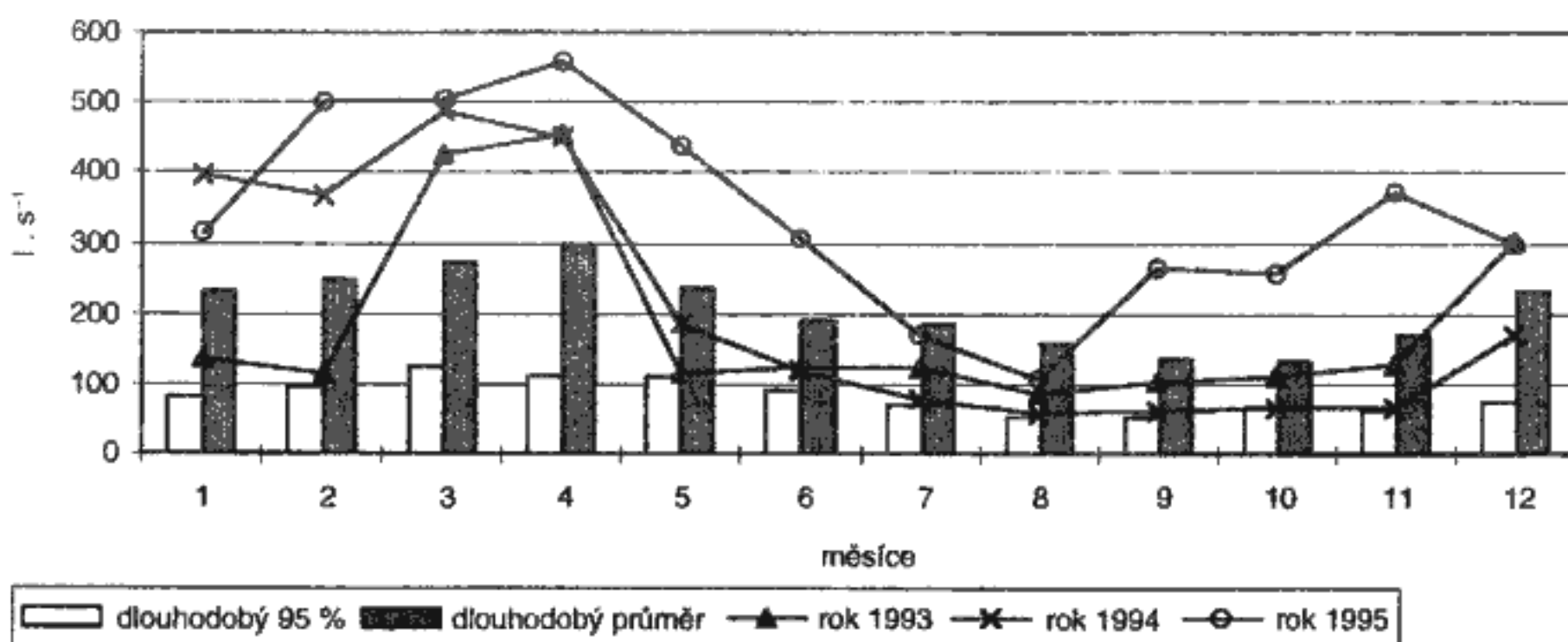
Z hydrogeologického hlediska lze odtok podzemní vody ve víceletém průměru ztotožnit s **přírodními zdroji podzemní vody** a jejich režim pokládat za identický nebo alespoň velmi podobný. Je-li podzemní složka odtoku určena jako základní odtok pomocí rozčlenění hydrogramu, je nutnou podmínkou hydraulická

souvislost zvodněného prostředí s povrchovým tokem. Těto podmínce je třeba vyhovět při vymezení bilančních jednotek – hydrogeologických rajonů.

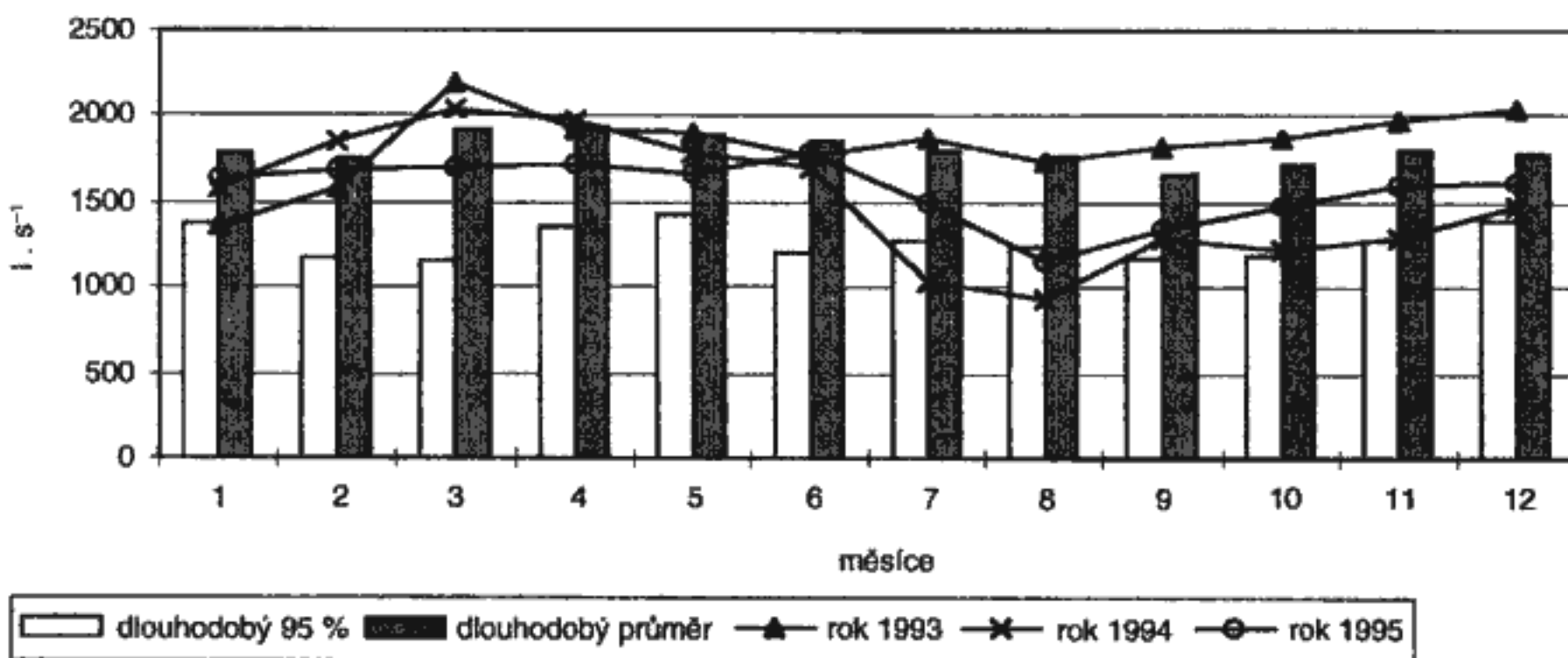
Na příkladech rajonů 423, 432 + 433 a 452 (obr. 7 až 9) jsou uvedeny pro jednotlivé měsíce dlouhodobé charakteristiky základního odtoku v hodnotách průměru a 95 % a konkrétní hodnoty za roky 1993, 1994 a 1995. Jejich vzájemné porovnávání umožňuje charakterizovat posuzovaný, resp. bilancovaný rok jak z hlediska dlouhodobé variability, tak i sezónního průběhu nejen základního odtoku, ale také přírodních a odvozeně též využitelných zdrojů.



7. Základní odtoky v rajonu 423 Ústecká synklinála.



8. Základní odtoky v rajonu 432 + 433 Dlouhá mez.



9. Základní odtoky v rajonu 452 Křída pravostranných přítoků Labe.

## Hydrogeologické rajony

Základní jednotkou bilance podzemních vod je hydrogeologický rajon. Principy rajonování na území tehdejšího Československa byly vytvořeny již koncem padesátých let a v roce 1965 byla zpracována a resortními orgány schválena rajonizace jako územně plánovací podklad pro práce v oboru hydrogeologie. Nová podrobnější rajonizace z roku 1972, revidovaná 1986, již tvoří územní prvek vodohospodářské bilance.

Rajon je vymezen jako celek s obdobnými hydrogeologickými poměry, na němž převládá určitý typ zvodnění a oběhu podzemní vody. Při revizi rajonizace (1986) byla k dosud převažujícím hlediskům geologickým a hydrogeologickým důsledně uplatněna hydrologická koncepce tak, aby rajony splňovaly v maximální míře podmínku bilanční jednotky, tzn. aby v nich byly jednoznačně definovány všechny fáze oběhu vody: infiltrace – proudění, akumulace – odvodnění.

Na území České republiky je vymezeno celkem 105 hydrogeologických rajonů, z toho:

označení číslem na první pozici:

- |                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 29 v kvartérních sedimentech                           | (1) |
| 11 v terciérních a křídových sedimentech pánví         | (2) |
| 4 v paleogénu a křídě Karpatské soustavy               | (3) |
| 30 v sedimentech svrchní křídý                         | (4) |
| 8 v sedimentech permokarbonu                           | (5) |
| 23 v horninách krystalinika, proterozoika a paleozoika | (6) |

V obr. 10 jsou vyznačeny rajony, které mají v současné době zpracovány hodnoty základního odtoku a které

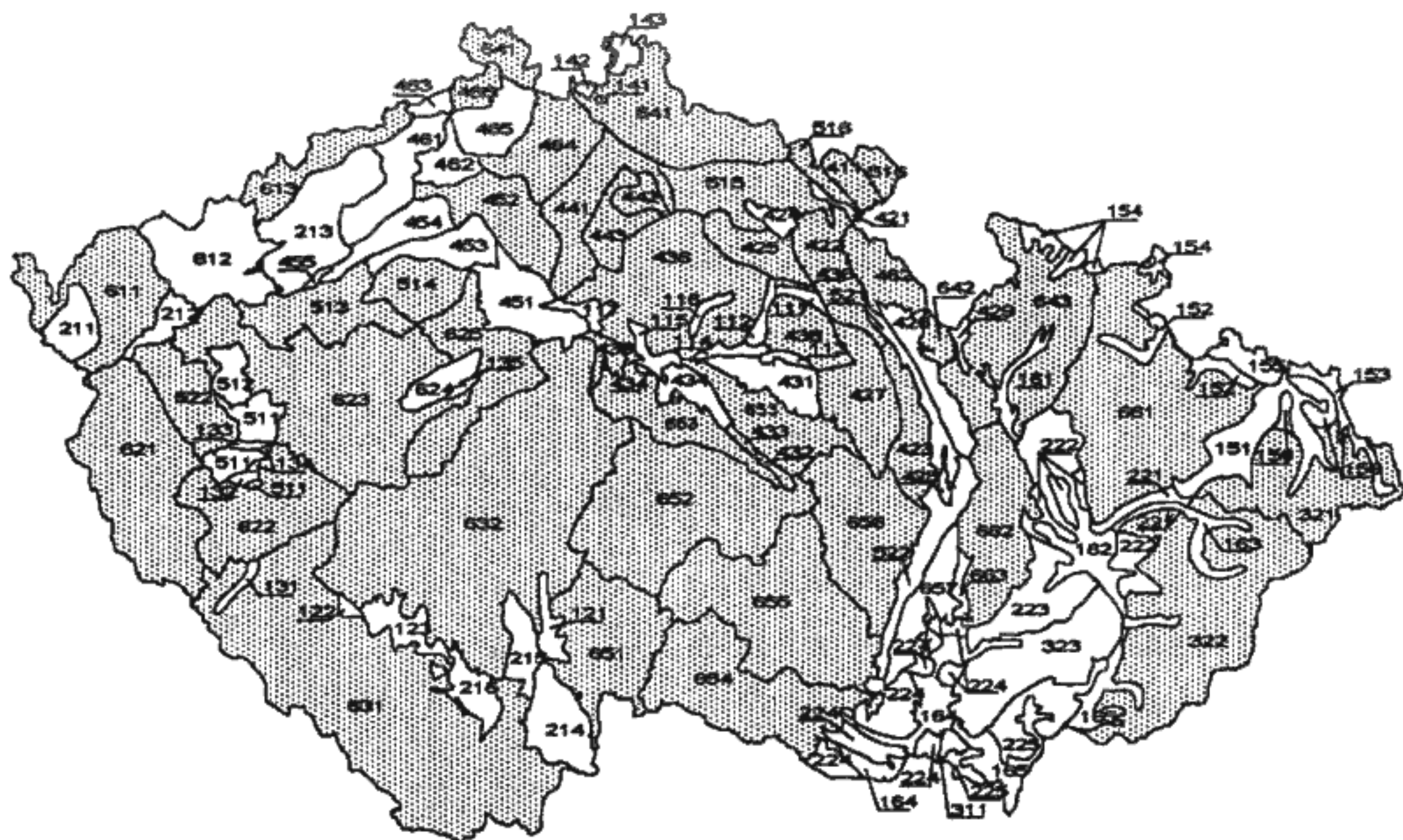
tedy jsou bilancovány. Z celkového počtu 105 jde o 39 rajonů. Pokrývají přibližně 75 % území České republiky a z hlediska odběrů představují 50 % celkového množství.

Základním smyslem nového přístupu k bilanci podzemních vod je porovnávat na straně zdrojů i odběrů hodnoty souměřitelné, které se vyskytly, resp. byly uskutečněny ve stejném časovém úseku.

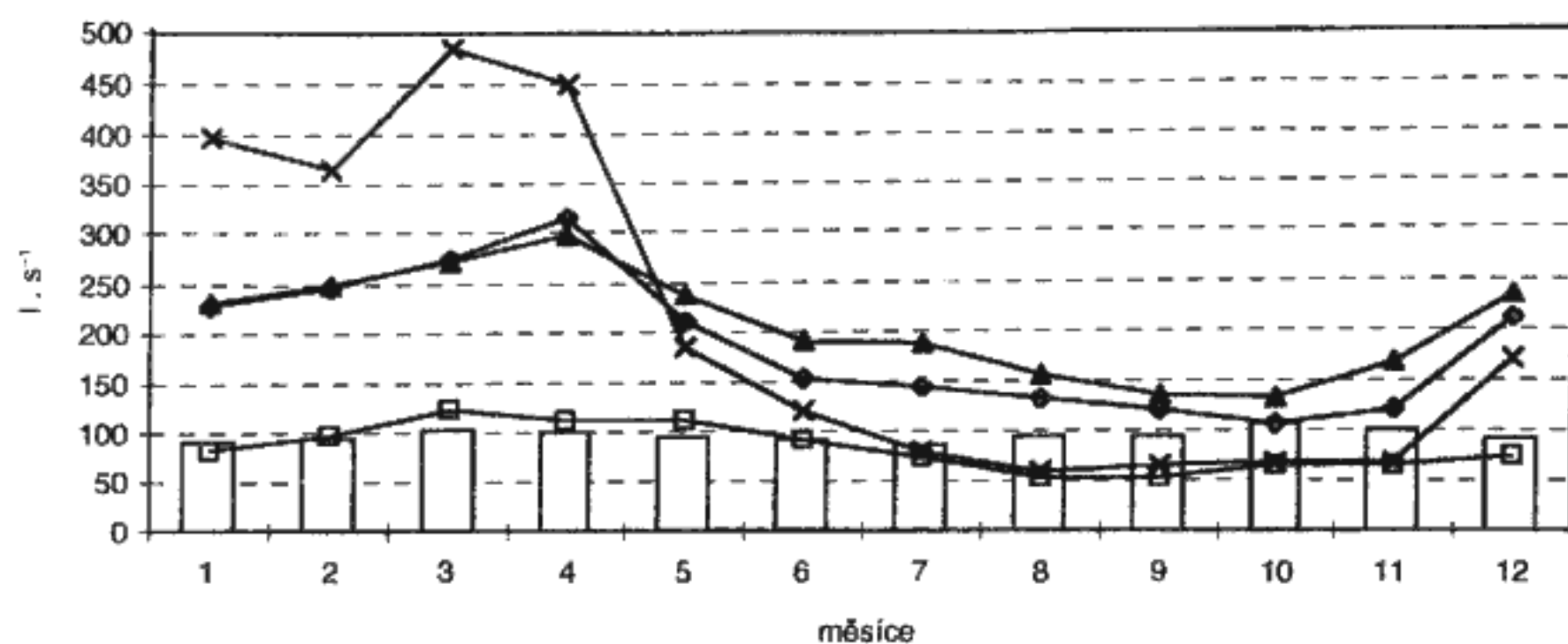
Územními jednotkami pro bilanci na tzv. centrální (státní) úrovni zpracování jsou hydrogeologické rajony, pro něž se stanovují hodnoty ve zdrojové části bilance. Postup bilance je účelné provádět ve dvou fázích. Pokud je bilanční stav rajonu dobrý nebo vyhovující, postačí bilanci omezit na porovnání ročních hodnot. V těchto případech se bilance omezí na soupis aktuálních údajů o velikosti zdrojů a odběrů za konkrétní (minulý) rok, s porovnáním zdrojů s dlouhodobými hodnotami za vybrané reprezentativní období – t. č. se používá období 1971–1990 (obr. 7–9).

V rajonech, kde poměr velikosti zdrojů a odběrů nasvědčuje, že může dojít k napjatému nebo i pasivnímu stavu, je nezbytné provést podrobnější hodnocení. Sezónní výkyvy na straně zdrojů i odběrů mohou být natolik významné, že roční hodnoty neposkytují dostatečný podklad a je nutno provést bilanci v měsíčním kroku. Takový postup umožňuje skutečnost, že v údajích o zdrojích i odběrech jsou při zavedení základního odtoku měsíční hodnoty k dispozici.

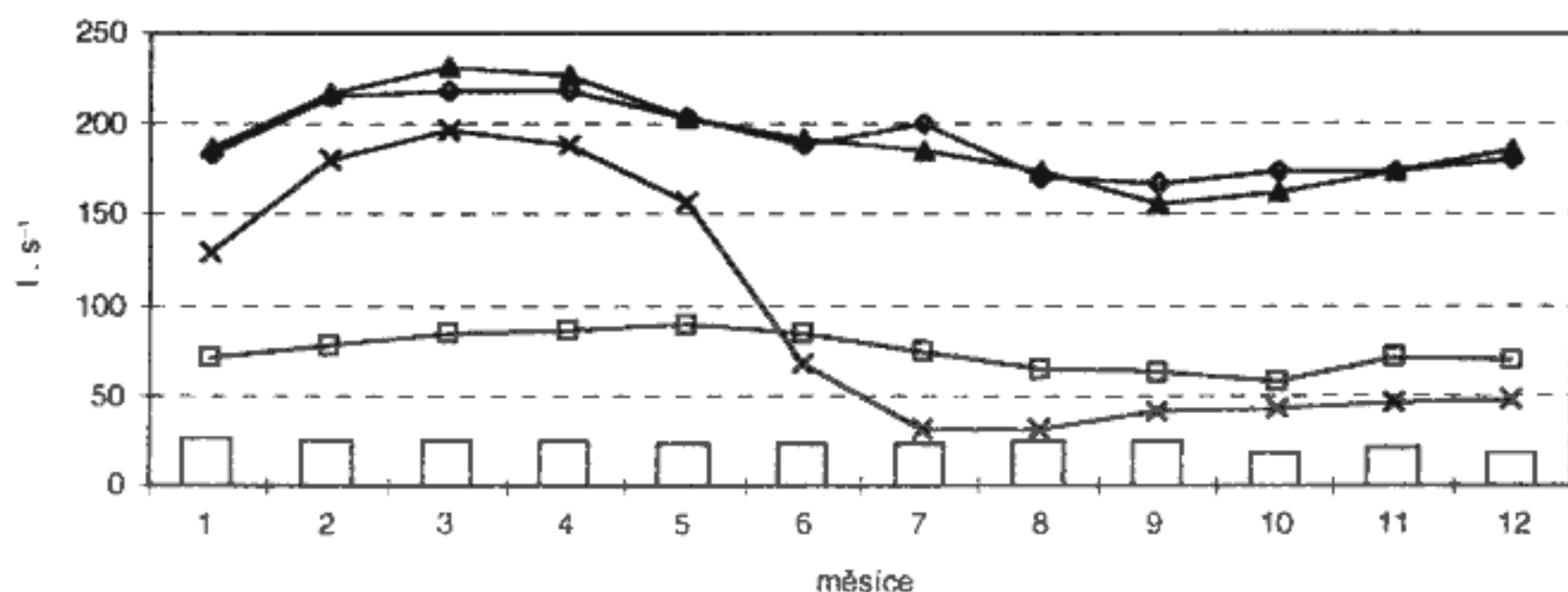
Příklady podrobné bilance za rok 1994 jsou uvedeny pro rajony 432 + 433, 435 a 452, u nichž je názorné zhoršení bilančního stavu v letních měsících. Tato skutečnost by v ročních hodnotách zanikla.



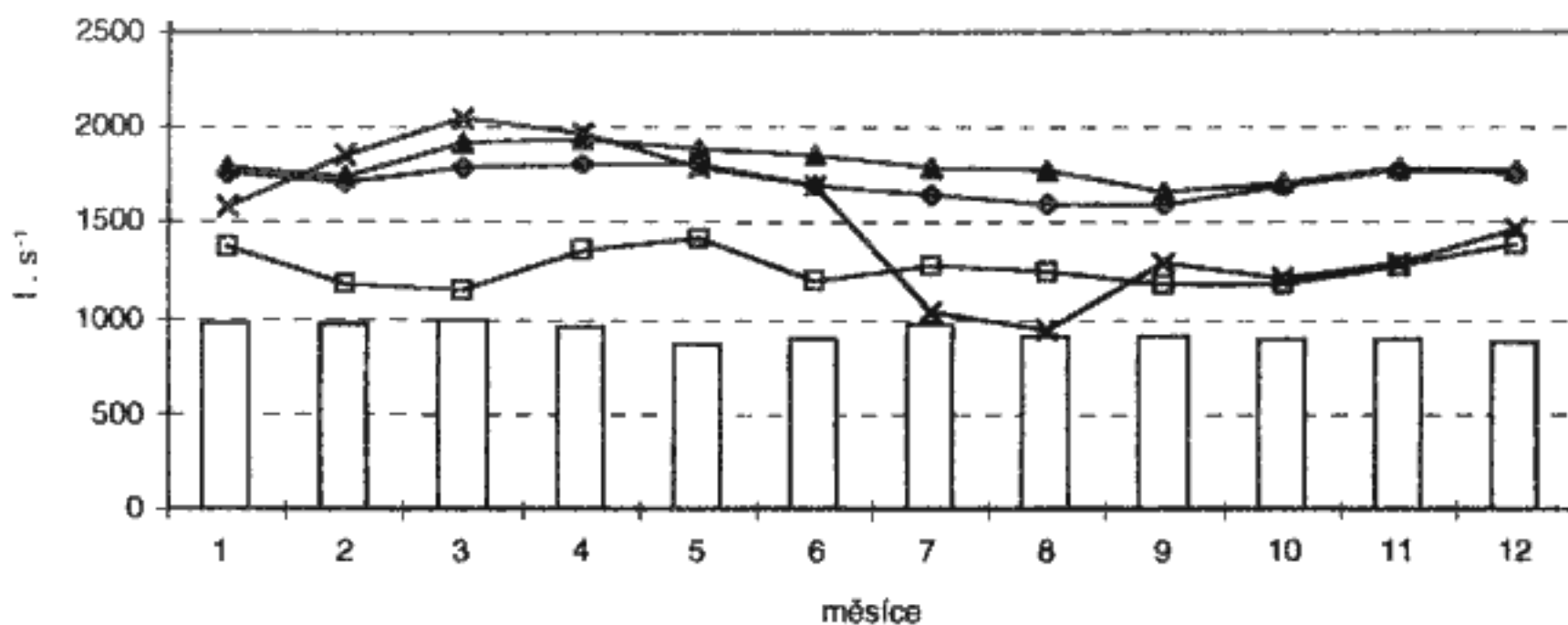
10. Nové principy bilance; rastrem jsou vyznačeny bilancované rajony.



11. Bilance podzemních vod pro rajon 432 + 433 Dlouhá mez v roce 1994.



12. Bilance podzemních vod pro rajon 435 Velimská křída v roce 1994.



13. Bilance podzemních vod pro rajon 452 Křída pravostranných přítoků Labe v roce 1994.

## SMĚR DALŠÍHO VÝVOJE

Na popsané principy bude navazovat metodika rutinního (provozního) sestavování bilance, pro níž je nutno dořešit a ověřit bilanční hodnotu zdrojů, způsob klasifikace bilančního stavu a frekvenci sestavování bilance.

### 1. Bilanční hodnota zdrojů

Do bilance byla počínaje rokem 1997 zavedena jako základní výpočtová hodnota kvantil 80% křivky překročení základního odtoku z období 1971–1990. Tato hodnota představuje pro vodohospodářskou bilanci dlouhodobé využitelné zdroje.

## 2. Způsob klasifikace bilančního stavu

Připravovaná rámcová směrnice Evropské unie pro vodohospodářskou politiku zavádí pojem „stav podzemních vod“ (groundwater status). Za dobrý se považuje takový stav, kdy využití nebo jiné zásahy neovlivní negativně dlouhodobý režim přirozeného doplňování vodního zdroje.

## 3. Frekvence sestavování bilance

V souladu s frekvencí vodohospodářského plánování by měly být zavedeny šestileté cykly i do systému bilancování. Prakticky to znamená, že na úvod každého cyklu by se prováděla celková zevrubná bilance ve všech rajonech (tzv. inventory), která by shrnula vývoj za uplynulé šestileté období a vyznačila ty rajony, v nichž nebyl bilanční stav klasifikován jako dobrý, popř. průběh jejich bilančního stavu signalizuje možné problémy. V těchto

rajonech bude nutno provádět bilanci každoročně a podrobněji.

*K tisku doporučil M. Kněžek*

## Literatura

- OLMER, M. – KESSL, J. (1990): Hydrogeologické rajony. – Práce a Stud., 178. Výzk. úst. vodohosp. Praha.
- KNĚŽEK, M. – OLMER, M. (1991): Využití údajů o podzemním odtoku pro bilancování využitelnosti zdrojů podzemní vody. – Vodohosp. Čas. Slov. Akad. Vied, 39, 3–4. Bratislava.
- OLMER, M. – PRCHALOVÁ, H. (1997): Národní zpráva pro Workshop on Groundwater depletion in basin regions. – Proceedings, Hungarian IHP Committee, Budapest.
- sine (1999): Návrh Směrnice Rady EU ustavující rámec pro činnosti v oblasti vodohospodářské politiky (1998, 1999). – COM (1999) 271 final, Brusel.

## Groundwater balance as tool of the water management planning

*(Summary of the Czech text)*

HANA PRCHALOVÁ – MIROSLAV OLMER

Received December 16, 1999

The increasing demands on groundwater use evoked the necessity of a rational management of the exploitable yield. In the early seventies the first groundwater balances have been introduced into the system of the National Water Management. They were based on the principles of the former COMECON classification and copied practically the methods of mineral deposits budgets. However, as soon as in the mid-eighties, the main disadvantages of the principles appeared. Comparing the “exploitable storage” calculated as a mean value of mostly unidentified period with the real annual abstractions led to incorrect conclusions (Figs. 1–3). Such a process neglected both the annual and the long-term variability and the régime of the groundwater circulation. Thus in some cases, the realized abstractions may have exceeded the values of calculated “exploitable resources”, or the reduced abstractions during the dry period showed a more favourable rate of use (Figs. 4–6).

Therefore, the revised balance principles consider the variability of the natural groundwater resources and their depending yield and reflect strictly the difference between the long-term and annual values. The introduction of such principles has been basically enabled by the progress in groundwater hydrology and zoning. Today's balances are using the values of base flow estimated for the areas of hydrogeological zones – at present for 39 zones covering 75 % of the total area of the Czech Republic (Fig. 7). The base flow is calculated in monthly values, both annual and long-term ones. Comparing those values with the original “exploitable storage” as shown above (Figs. 1–3) significant discrepancies may be discovered. We are aware that base flow cannot replace the real natural groundwater resource value. Nevertheless, as we do consider their régimes being identical or very similar, the method is providing good characteristics for the purpose of balancing (Figs. 8–10).

The values of base flow will be compared with the annual abstractions for the purpose of initial characterisation periodically according to the system of water management planning, i. e., every six years. For important groundwater bodies or those with higher water use rate, it will be necessary to provide more detailed assessment using monthly values and take into account the real situation during each year (Figs. 11–13).

*Přeložil M. Oler*

## Explanation of text-figures

Figs. 1–3. Exploitable storages.

Rajon = zone, měsíce = months, dlouhodobý odtok = long-term discharge, využitelné zásoby = exploitable storages.

Figs. 4–5. Groundwater balance – principles of 1978.

Rajon = zone, roky = years, příznivý stav = favourable rate, napjatý stav = unfavourable rate, pasivní stav = passive status, odběry = abstraction, využitelné zásoby = exploitable storage.

Fig. 6. Groundwater discharge and abstraction.

Roky = years, odběry = abstraction, odtok = discharge.

Figs. 7–9. Base flow.

Rajon = zone, měsíce = months, rok = year, dlouhodobý = long-term, dlouhodobý průměr = long-term mean.

Fig. 10. Hydrogeological zones.

Dotted zones = zones with performed balance

Figs. 11–13. Groundwater balance.

Rajon = zone, měsíce = months, odběry = abstractions, dlouhodobý odtok = long-term discharge, průměrný dlouhodobý odtok = long-term mean discharge, odtok = discharge.